

تشخیص چهره با استفاده از تبدیل ترکیبی به کمک الگوریتم های ابتکاری

عادل صالحی^۱، عصمت راشدی^۲

کارشناسی ارشد مخابرات (گرایش سیستم) دانشگاه علوم تحقیقات واحد سیرجان
عضو هیئت علمی دانشگاه تحصیلات تکمیلی و فناوری پیشرفته کرمان (دانشگاه هایتک کرمان)

چکیده

هدف در سیستم بازشناسی چهره، پیدا کردن تصویری است که ویژگی های بسیار مشابهی (شبه ترین) با تصویر چهره ورودی دارد. در این تحقیق جهت استخراج ویژگی ها از تبدیلات رادون و موجک استفاده شده است. تبدیل موجک یکی از پرکاربردترین تکنیک های استخراج ویژگی در تشخیص چهره می باشد، این فیلتر در مقابل تغییراتی مانند چرخش و روشنایی پایداری خوبی دارد؛ اما ویژگی های استخراج شده توسط این فیلتر عموماً دارای ابعاد بالایی هستند که برای کاهش ابعاد آن از الگوریتم های انتخاب ویژگی استفاده می شود. به عبارت دیگر با کاهش طول بردار ویژگی نه تنها ویژگی های غیر مفید حذف می شوند، بلکه زمان محاسبات نیز کاهش خواهد یافت. لذا برای بهبود عملکرد و انتخاب زیر مجموعه ای از ویژگی هایی که دارای پایداری بالاتری هستند، از الگوریتم جستجوی گرانشی استفاده شده است. ایده و راهبر اصلی در این زمینه، کاربردهای امنیتی و تعاملات انسان با کامپیوتر است از جمله کاربردهای مهم آن می توان به تحلیل کنفرانس ویدئویی، چهره نگاری پلیسی، پویانمایی چهره انسان، تشخیص هویت، واسطه های کاربری با تصویر چهره انسان و جراحی های ترمیمی سروصورت اشاره کرد. یکی از اهداف این پایانه نامه کاهش مدت زمان لازم جهت یافتن چهره مورد نظر از میان چهره های موجود در پایگاه داده می باشد. پایگاه داده استفاده شده در این تحقیق Texas 3D Face Recognition Database می باشد که زمان جستجو به طور میانگین ۶۰٪ کاهش پیدا کرده است.

کلمات کلیدی: تشخیص چهره، انتخاب ویژگی، تبدیل رادون، تبدیل موجک، الگوریتم جستجوی گرانشی، الگوریتم بهینه سازی گروه ذرات

مقدمه

یکی از مهمترین تکنولوژی های تشخیص و شناسایی افراد که در آن از مولفه بیومتریکی استفاده شده است سامانه شناسایی از طریق تشخیص چهره می باشد (نصیری ۱۳۹۰) که پس از موفقیت سامانه شناسایی از طریق اثر انگشت در چند سال اخیر جزء مهمترین تکنولوژی های تشخیص بیومتریکی به شمار می آید (شیرازی ۱۳۹۲). شناسایی چهره هم اکنون یکی از زمینه های تحقیقاتی بسیار جذاب برای محققین بشمار می رود. در ادامه در مورد فضای چهره و ابعاد آن به طور دقیق تر صحبت خواهد شد. آنالیزهای کامپیوتری که بر روی تصاویر چهره ها صورت می گیرد، با سیگنال های بصری (Ramadan 2009) (بازتاب نوری که از سطح چهره برگردانده می شود) سر و کار دارند که به وسیله حسگرهای دیجیتالی به عنوان آرایه هایی از مقادیر پیکسل ها ثبت می شوند. پیکسل ها می توانند معرف رنگ ها باشند و یا فقط معرف شدت نور باشند (Li 2008). بعد از اینکه تصویر چهره به صورت قابل قبولی مراحل نرمالیزه شدن را پشت سر گذاشت و همچنین به یک اندازه ثابت m در n رسید، آرایه پیکسل ها را می توان بعنوان معرف یک نقطه یا یک بردار در یک فضای mn بعدی فضای چهره با نوشتن مقدار پیکسلش در یک ترتیب ثابت در نظر گرفت (صنعتی ۱۳۹۲). مهمترین مسئله ای که در آنالیز چنین تصاویری مطرح است، ابعاد این آرایه ها می باشد، منظور از ابعاد تعداد محورهایی است که لازم است برای مشخص کردن یک نقطه از داده ها وجود داشته باشند (شمسی ۱۳۸۵). ایده و راهبر اصلی در این زمینه، کاربردهای امنیتی و تعاملات انسان با کامپیوتر است، امروزه تحلیل تصاویر صورت انسان به دلیل کاربرد زیاد اهمیت روز افزونی پیدا کرده است (Pinto 2011). از جمله کاربردهای مهم آن می توان به تحلیل کنفرانس ویدئویی، چهره نگاری پلیسی، پویانمایی چهره انسان، تشخیص هویت، واسطه های کاربری با تصویر چهره انسان و جراحی های ترمیمی سروصورت اشاره کرد (پورابراهیمی ۲۰۰۳).

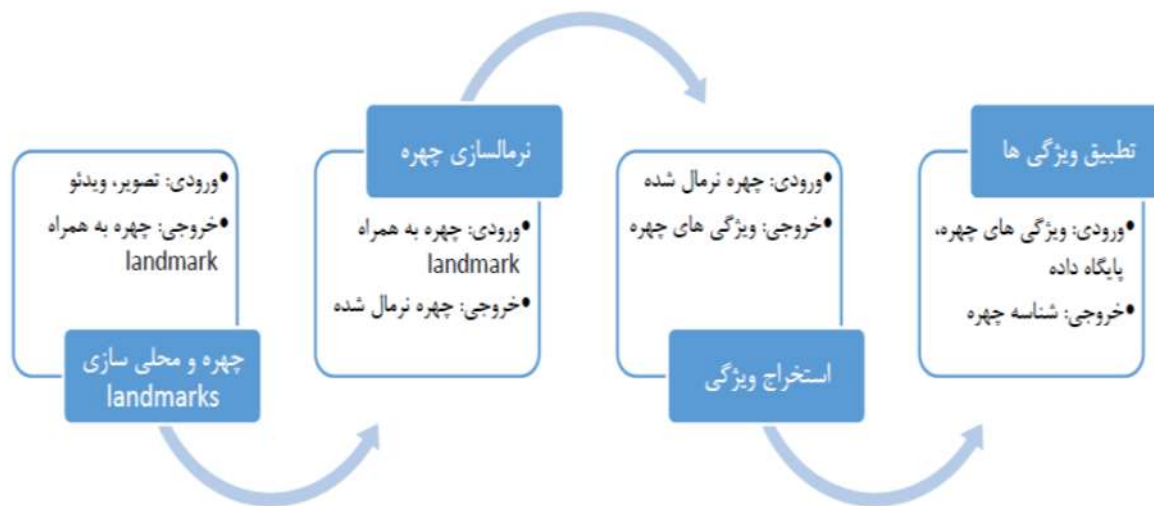
اولین سامانه بازشناسی چهره توسط تاکئو ناد^۱ در پایان نامه دکتری ایشان در سال ۱۲۷۸ مطرح شد (مقدسی ۱۳۹۰). سپس یک فاصله زمانی زیادی بین این کار و کار بعدی در زمینه بازشناسی چهره بوجود آمد. سیروویچ^۲ و کربی^۳ بر روی نمایش چهره در فضاهای با ابعاد کم کار خود را آغاز کردند و از الگوریتم تجزیه و تحلیل مولفه های اصلی^۴ بهره جستند (اکبریان ۱۳۹۲). به طور کلی یک سامانه بازشناسی چهره شامل چهار بخش می باشد: محلی سازی چهره، نرمال سازی، استخراج ویژگی و تطبیق که به صورت مختصر در ادامه به توضیح آن می پردازیم.

¹ Takeo Knade

² Sirovich

³ Kirby

⁴ Principal Component analysis



شکل (۱) روند کار یک سیستم بازشناسی چهره (مقدسی ۱۳۹۰)

در شکل بالا یک سامانه بازشناسی چهره نشان داده شده است. همانگونه که در بالا ذکر شد این سامانه از چهار بخش تشکیل شده است که در بخش اول یک عکس یا فیلم را به سامانه داده می شود و خروجی بخش اول که محدوده چهره که از ابروها، چشم، لب، دهان، بینی (Chelnokova 2011) و همچنین خطوط اطراف چهره محسوب می شود را تعیین کرده به بخش دوم که وظیفه آن نرمالسازی چهره می باشد رفته و خروجی این بخش که چهره نرمال شده می باشد.

نرمالسازی چهره برای نرمال کردن هندسی و نرمال کردن از نظر اندازه شدت نور صورت می پذیرد. این فاز به علت حضور روش های نوینی که مقاوم به جهت و نور هستند و نیازمند نرمالیزه کردن بردار ویژگی ها هستند، برای بازشناسی چهره لازم و ضروری است (Hiremath 2011). نرمال سازی هندسی چهره را با استفاده از برش چهره به یک فریم استاندارد نگاشت می کند. در نرمال سازی از نظر شدت نور، چهره با استفاده از پارامترهایی چون شدت نور و میزان خاکستری بودن نرمال می شود (ابراهیمی مقدم ۲۰۰۸). استخراج ویژگی از چهره بر روی چهره های نرمال شده اعمال می شود تا اطلاعات برجسته و نمایانی که در جداسازی چهره ها کارآمد هستند را استخراج کنند (Hiremath 2013).

یکی از روش های جدید در تکنولوژی تشخیص چهره که ادعا می کند دقت تشخیص در آن بهبود یافته است تشخیص چهره سه بعدی^۵ است، منظور از چهره سه بعدی تصاویری می باشد که به جای مقادیر سطوح خاکستری پیکسل ها، اطلاعات عمق را نیز دارا باشند. (نصیری ۱۳۹۰) در واقع یک تصویر سه بعدی متشکل از تعدادی نقطه با سه مولفه در فضا می باشد که دو مولفه اول مربوط به مکان نقطه و مولفه سوم مربوط به عمق است (Hasan 2012). از جمله مزایای این روش نسبت به روش های قبلی، می توان به حساس نبودن آن به تغییر نور اشاره کرد (Wei, 2011). علاوه بر آن سامانه تشخیص چهره قادر است تصویر چهره را در طیف وسیعی از زاویه مورد شناسایی قرار دهد (Hiremath 2013).

روش های مبتنی بر ظاهر، مسئله تشخیص چهره را بصورت یک مسئله تشخیص چهره تشخیص الگوی دوکلاسه در نظر می گیرند، این روش ها بر پایه یادگیری آماری استوار هستند سعی دارند با استفاده از تصاویر آموزشی یک طبقه بند برای تشخیص چهره ایجاد کنند (Wadkar 2012).

⁵ 3D Face Recognition

از میان مهمترین طبقه بندها می‌توان به شبکه عصبی^۶، تئوری بیز^۷، بردار پشتیبان ماشین^۸ اشاره کرد (Chung-Jui Tu 2007). تشخیص چهره اولین مرحله در سامانه خودکار بازشناسی چهره می‌باشد. قابلیت اعتماد این قسمت تاثیر عمده ای بر عملکرد و قابلیت استفاده کل سامانه بازشناسی چهره دارد. اگر یک عکس یا یک ویدئو به سامانه داده شود، یک تشخیص دهنده چهره ایده آل باید بتواند تا محل تمامی چهره ها را بدون توجه به جایگاهشان، اندازه و مقیاسشان، زاویه و جهتشان، سن و حالتشان پیدا کرده و مشخص کند (Pinto 2011).

یک سامانه تشخیص چهره متداول شامل سه بخش اساسی کشف چهره^۹، استخراج الگوها^{۱۰} و تشخیص چهره^{۱۱} است. تشخیص چهره به علت وجود جهت های مختلف تابش نور، حالت های مختلف صورت، تغییر چهره با گذشت زمان، عینک، مو و آرایش سخت است (Elyan 2009)؛ بنابراین ساختن یک سامانه خودکار که بتواند همه این ها را تشخیص دهد امری مشکل است. هدف ما در این پایان نامه این است که با استفاده از تبدیل رادون و تبدیل موجک است ویژگی هایی که در تشخیص چهره نقش دارند را پیدا کرده (Dattatray V Jadhav 2009) و به کمک الگوریتم های ابتکاری بتوانیم این ویژگی ها^{۱۲} را کاهش داده، در این تحقیق از الگوریتم جستجوی گرانشی (راشدی ۱۳۸۶) جهت استخراج بهترین ویژگی ها برای تشخیص چهره استفاده می شود و در پایان نتایج به دست آمده را با نتایج حاصل از الگوریتم جستجوی بهینه ذرات (حسین زاده ۱۳۹۰) مقایسه می نماییم.

در این مقاله جهت استخراج ویژگی ها از تبدیلات رادون^{۱۳} و گابور^{۱۴} استفاده می شود (Dattatray V Jadhav 2009).

طرح تشخیص چهره سه بعدی مبتنی بر دو مجموعه تبدیل موجک و بازنمایی وزندار صورت کروی

در این طرح برای تشخیص چهره از خواص هندسی صورت استفاده شده است (Wang 2012). آنها در کار خود از دو الگوریتم برای شناسایی سطح صورت استفاده کرده اند که این دو الگوریتم به مقایسه انحنای صورت جهت تشخیص چهره می پردازد، این روش با توجه به انحنای مبتنی بر ویژگی ها نیازمند به صرف هزینه و زمان زیادی دارد. بازنمایی چهره سه بعدی استخراج شده بوسیله مجموعه دوگانه تبدیل موجک گسسته به عنوان منعکس کننده خواص هندسی صورت معرفی شده تا زوائد کم آن برای توصیف ویژگی های مشخص کننده داده های محدوده دو و نیم بعدی چهره موثر تر و کارآمد تر باشد.

در این طرح، مجموعه دو گانه تبدیل موجک گسسته در ارتباط با بازنمایی وزندار چهره کروی استفاده شده است؛ اما هنوز هم با محدودیت بسیاری از جمله تنوع ژست، روشنایی، آرایش، و حالت چهره روبرو است. تشخیص چهره سه بعدی به دلیل استفاده از اطلاعات عمق چهره می تواند بر چنین محدودیت های فائق آید.

⁴ Bayes theory

⁵ Support vector machine

⁹ Face Detection

¹⁰ Featur Extraction

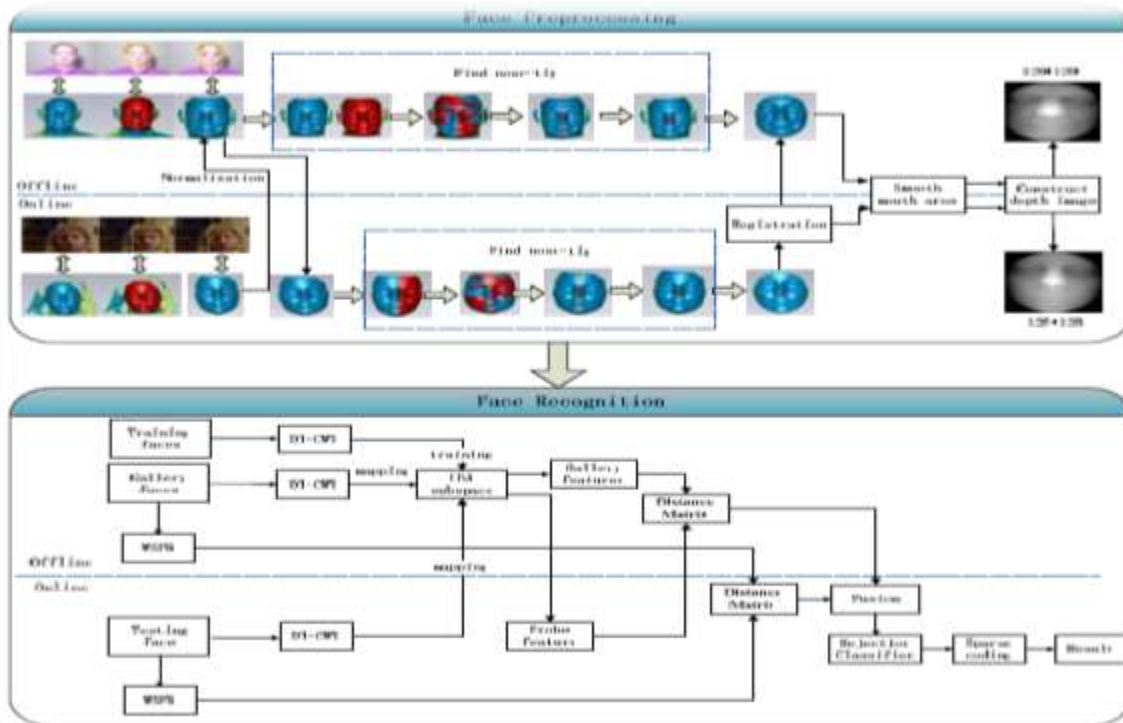
¹¹ Face recognition

¹² Features

¹³ Radon transform

¹⁴ Gabor transform

در این روش از معیار فاصله هاسدورف و توزیع گوسی، جهت جداسازی عناصر سخت و نرم صورت استفاده شده است. جهت جداسازی عناصر از فیلترهای گابور استفاده شد. در شکل زیر مراحل پردازش و تشخیص چهره نشان داده شده است.



همانگونه که در شکل بالا دیده می‌شود سیستم پیشنهادی از دو بخش پیش پردازش چهره و شناسایی چهره تشکیل شده است. در بخش پیش پردازش ابتدا پیش پردازش روی چهره انجام شده و و محدوده چهره تعیین می‌شود در ادامه محل بینی در تصاویر مورد نظر پیدا می‌شود. سپس اقدام به شناسایی نواحی اطراف لبها و دهان می‌کند و در پایان اطلاعات عمق تصویر به دست می‌آید و این اطلاعات در یک ماتریس 128×128 ذخیره می‌شود.

این امر منجر به دستیابی به حداقل تعداد ویژگی‌هایی که در شناسایی تاثیر دارند و همچنین نرخ شناسایی بالا می‌شود. آن‌ها همچنین در این طرح تبدیل رادون را بوسیله تبدیل فوریه سریع انجام دادند. یک ارتباط محکم بین تبدیل فوریه و تبدیل رادون یک تابع وجود دارد، تبدیل فوریه یک بعدی تابع f تبدیل رادون n بعدی در امتداد (ρ) جهت شعاعی نشان دهنده یک نمونه شعاعی، n بعدی تبدیل فوریه f است.

این قضیه را قضیه تکه مرکزی می گویند. با قضیه تکه مرکزی تبدیل رادون سه بعدی می تواند به طور مساوی با اجرای تبدیل فوریه گسسته سه بعدی تخمین زده شود. این فرآیند نیاز به دورن یابی سه بعدی در فضای واقعی دارد و دارای محاسبات بالایی است.

هزینه این محاسبات طی دو مرحله به طور قابل ملاحظه ای کاهش پیدا می کند؛ که این دو مرحله عبارتند از :

الف - چرخش گام به گام حول یک محور و به دست آوردن مجموعه ای از پیش بینی ها.

ب - محاسبات تبدیل رادون.

عیب این کار این بود که دامنه تغییرات رادون سه بعدی بین ± 180 درجه است که بعلاقی تقارن این تغییر و تبدیل می توان تنها در دامنه ± 90 درجه محاسبه کرد و در سایر زوایا با محدودیت روبرو هستند.

تشخیص چهره با استفاده از الگوریتم بهینه سازی ذرات

ارائه روشی جدید بر مبنای الگوریتم بهینه سازی ذرات برای انتخاب ویژگی در سامانه های شناسایی چهره پرداختند (حسین زاده ۱۳۹۰). در روش آن ها دقت طبقه بندی و طول بردارهای ویژگی انتخاب شده به عنوان معیار ارزیابی در نظر گرفته شده است. در این روش بدون در اختیار داشتن اطلاعات اولیه از ویژگی های موثر در تشخیص چهره می توان بهترین زیر مجموعه از ویژگی ها را انتخاب کرد. مسئله انتخاب ویژگی انتخاب یک زیر مجموعه از ویژگی ها به اندازه m از یک مجموعه ویژگی ها به اندازه n ($n > m$) می باشد. هدف از انتخاب ویژگی کاهش اندازه مسئله و کاهش فضای جستجوی نتایج برای الگوریتم های یادگیری است. در طراحی طبقه بند برای شناسایی الگو، انتخاب ویژگی می تواند دقت و سرعت طبقه بندی کننده را افزایش دهد. این محققان در طرح خود از الگوریتم جستجوی ازدحام ذرات استفاده کرده اند که این الگوریتم برای رسیدن به جواب بهینه از تکرارهای زیاد و از تجربیات قبلی استفاده می کنند. روش پیشنهادی این محققان نیازی به دانستن اطلاعات اضافی در مورد ویژگی ها نخواهد داشت. روش پیشنهادی در سامانه های شناسایی چهره بر روی ضرایب تبدیل موجک گسسته^{۱۵} برده شده است و دقت طبقه بندی و طول بردارهای ویژگی انتخاب شده به عنوان تابع ارزیابی برای الگوریتم در نظر گرفته شده است.

انتخاب ویژگی ها معمولاً به دو روش فیلتر و لفاف^{۱۶} تقسیم می شود، روش های فیلتر، انتخاب ویژگی را مستقل از هر نوع الگوریتم یاد گیرنده و براساس قدرت هر ویژگی برای طبقه بندی، بهترین ویژگی را انتخاب می کند. در مقابل روش لفاف برای جستجوی فضای زیر مجموعه ها از الگوریتم های استنتاج استفاده می کنند. اگرچه ممکن است روش های لفاف نسبت به روش های فیلتر نتایج بهتری را تولید کنند، ولی این روشها پر هزینه بوده و در بعضی از مواقع که تعداد ویژگی ها زیاد باشد منجر به شکست می شود.

روشهای فیلتر و لفاف را به پنج دسته تقسیم می کنند که عبارتند از:

الف - انتخاب پیشرو

ب - حذف پیشرو

ج - ترکیب پیشرو و پسرو

د - انتخاب تصادفی

ه - روش مبتنی بر مثال

¹⁵ Discrete Wavelet Transform

¹⁶ wrapper

در روش‌های لفاف تابع ارزیابی زیر مجموعه تولید شده را مورد ارزیابی قرار می‌دهد، اگر زیر مجموعه جدید بهتر از زیر مجموعه کاندید قبلی باشد در این صورت زیر مجموعه جایگزین زیر مجموعه کاندید قبلی می‌شود. شرط توقف در پایان هر تکرار تست می‌شود تا تعیین کند که آیا فرایند تکرار ادامه پیدا کند یا خیر. یک مجموعه از ویژگی‌ها می‌تواند یک نقطه یا یک مکان در یک فضای بزرگ باشد اگر تعداد کل ویژگی‌ها n باشد در این صورت 2^n زیر مجموعه از ویژگی‌ها وجود دارد که هر کدام از این زیر مجموعه‌ها از لحاظ محتوای ویژگی‌ها و اندازه با یکدیگر متفاوت هستند. بهترین مکان، زیرمجموعه‌ای است که کمترین طول با بیشترین دقت طبقه بندی را داشته باشد.

استخراج ویژگی با استفاده از تبدیل رادون و موجک با کاربرد در تشخیص چهره

طرح استخراج ویژگی‌ها با استفاده از تبدیلات رادون و موجک با کاربرد در تشخیص چهره (Dattatray V Jadhav 2009) آن‌ها در طرح خود بدنبال ارائه الگویی جدید برای تشخیص چهره بر مبنای ترکیبات رادون و موجک بودند که در برابر تغییرات نور و چهره مقاوم باشد. تبدیل رادون براساس پارامترهای خطوط مستقیم و ارزیابی کامل از یک تصویر در طول این خطوط است. بر اساس ویژگی‌های ذاتی از تبدیل رادون، آن یک ابزار مفید برای به دست آوردن ویژگی‌ها در تمامی زوایا است سپس جهت طبقه بندی اطلاعات از روش نزدیکترین همسایگی استفاده شده است. در تشخیص چهره تعداد زیادی از ویژگی‌ها نقش دارند و تبدیل رادون اجازه استخراج ویژگی‌های بیشتری از یک تصویر را می‌دهد. در روش ارائه شده، ویژگی‌های صورت اطلاعات مشتق شده با استفاده از تبدیل موجک گسسته^{۱۷} می‌باشند. عیب این کار این بود که دامنه تغییرات رادون سه بعدی بین ± 180 درجه است که بعلا تقارن این تغییر و تبدیل می‌توان تنها در دامنه ± 90 درجه محاسبه کرد و در سایر زوایا با محدودیت روبرو هستند.

روش و ابزار

سامانه‌های تشخیص هویت به‌طور کلی به دو دسته تقسیم می‌شوند:

الف- سامانه‌های تشخیص هویت مبتنی بر مالکیت: استفاده از یک نشانه خاص مانند برجسب امنیت یا کارت.

ب- سامانه‌های تشخیص هویت مبتنی بر اطلاعات: استفاده از یک کد یا کلمه عبور.

استخراج ویژگی

در این مقاله جهت استخراج ویژگی تصاویر سه بعدی چهره از تبدیل رادون و تبدیل موجک دو بعدی استفاده شده است. در ادامه جهت کاهش ویژگی‌های استخراج شده و تشخیص چهره مورد نظراز میان چهره‌های موجود در پایگاه داده از الگوریتم جستجوی گرانشی باینری استفاده می‌شود.

تبدیل رادون

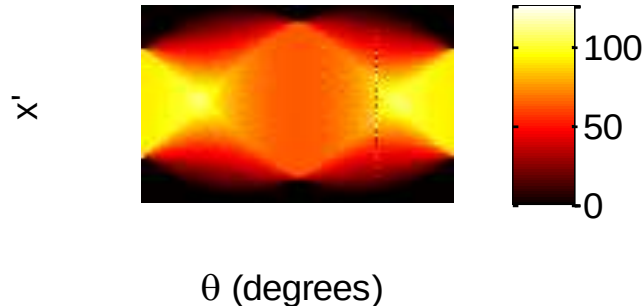
تبدیلی انتگرالی است که مقدار آن برابر با انتگرال تابع بر روی یک خط است. معادله یک خط را در فضای دو بعدی می‌توان به صورت زیر نوشت که ρ فاصله خط را از مبدأ مختصات نشان می‌دهد:

$$RT(\zeta, \rho) = \int_{-\infty}^{+\infty} F(X) \delta(X, \zeta - \rho) dx \quad \text{رابطه (۱)}$$

و بردار یکه عمود بر خط است. به همین ترتیب اگر نقطه تقاطع خط مزبور و خط عمود بر آن و گذرنده از مبدأ را X بنامیم آنگاه ζ فاصله هر نقطه واقع بر خط را تا نقطه X نشان می‌دهد.

¹⁷ Discret wavelet transform

Radon Transform Of selected Image



شکل (۳) تصویر انتخاب شده از تبدیلات رادون.

تبدیل موجک

ایده اصلی تبدیل موجک گسسته توصیف زمان مقیاس از سیگنال گسسته با استفاده از فیلترهای دیجیتال است. در یک سیستم تبدیل موجک گسسته یک بعدی، در ابتدا سیگنال از یک فیلتر دیجیتال پائین گذر نیم باند با پاسخ ضربه $h[n]$ عبور کرده که در نتیجه این عمل فیلترینگ، تمام مؤلفه های فرکانسی که بیشتر از نصف بزرگترین فرکانس موجود در سیگنال باشند حذف می شوند. روند مشابهی نیز با استفاده از یک فیلتر دیجیتال بالاگذر نیم باند با پاسخ ضربه $g[n]$ انجام می پذیرد. در نتیجه در خروجی اولین مرحله از اعمال تبدیل موجک، دو نسخه، یکی بالاگذر و دیگری پائین گذر با طول کاهش یافته (نصف شده) از سیگنال اولیه به فرم زیر بدست می آیند :

$$Y_{high}[k] = \sum_n x[n] \cdot g[2k - n]$$

$$Y_{low} = \sum_n x[n] \cdot g[2k - n] \quad (\text{رابطه ۳})$$

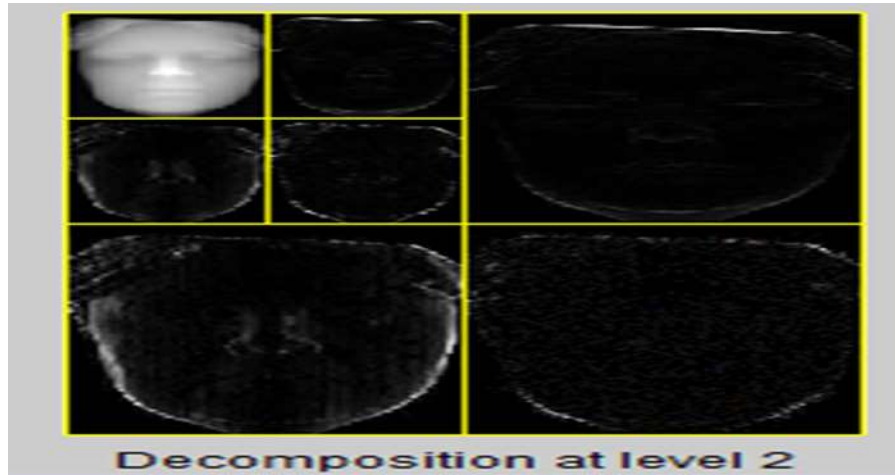
در روابط فوق، $x[n]$ سیگنال ورودی، و Y_{high} ، Y_{low} به ترتیب خروجی فیلتر پائین گذر و خروجی فیلتر بالاگذر می باشند. ضرایب خروجی فیلتر پائین گذر، شکل اولیه سیگنال را دنبال می کنند، به همین دلیل به این ضرایب، تقریب گفته می شود. همچنین ضرایب خروجی فیلتر بالا گذر، جزئیات فرکانس بالای سیگنال را دربردارند، به همین دلیل به این ضرایب، جزئیات گفته می شود.

تبدیل موجک دو بعدی

تبدیل موجک گسسته دو بعدی برای سیگنال های دو بعدی مانند تصاویر استفاده می شود. نحوه پیاده سازی تبدیل موجک دو بعدی نیز مانند تبدیل موجک یک بعدی است. بدین صورت که به منظور اعمال تبدیل موجک دو بعدی به تصویر، ابتدا تبدیل موجک یک بعدی به سطرها اعمال می شود و سپس ستونها با نرخ ۲، کاهش نمونه می شوند تا فقط نمونه های واقع در محل های زوج باقی بمانند. در این حالت، مجدداً تبدیل موجک یک بعدی به ستونها اعمال شده و نهایتاً سطرها با نرخ ۲ کاهش نمونه می شوند. بدین ترتیب، ۴ زیر باند مختلف به عنوان ضرایب تبدیل موجک تصویر به دست می آید.

اولین زیرباند از ضرایب تبدیل موجک مربوط به ضرایب تقریب است که از لحاظ مقدار و شکل ظاهری، مشابه با تصویر اولیه است علاوه بر زیر باند تقریب، ۳ زیر باند جزئیات ایجاد می شود که یکی از آن ها مربوط به جزئیات افقی موجود در تصویر، دومی مربوط

به جزئیات عمودی موجود در تصویر و آخرین زیر باند مربوط به سایر جزئیات موجود در تصویر است که گاهی به آن جزئیات قطری نیز گفته می‌شود. در شکل زیر شکل (۴) نمونه ای از اعمال فیلتر گابور نشان داده شده است.



شکل (۴) نحوه عملکرد فیلتر گابور

یک موجک گابور یک تابع سینوسی پیچیده مودله شده با یک تابع گوسین دو بعدی است. موجک گابور ویژگی‌های موقعیت یابی مکانی، جهت، فرکانس مکانی و ارتباطات یک چهارم فاز را نمایش می‌دهد. تصویر $I(t)$ با یک تابع تبدیل موجک کاموالز می‌شود.

$$Z_i = \int I(t)\psi(xt)dt \quad \text{رابطه (۴)}$$

که ψ هسته گابور می‌باشد.

رابطه (۵)

$$\Psi(x) = \frac{k^2 \alpha \beta}{\sigma^2} \exp\left(-\frac{k^2 \alpha \beta x^2}{2\sigma^2}\right) [\exp(jk_{\alpha\beta}) - \exp(-\frac{\sigma^2}{2})]$$

که $X = (x, y)$ و β به ترتیب جهت و مقیاس موجک گابور را تعیین می‌کند.

در این پایان نامه سه مقیاس و شش جهت استفاده شده است که جهات بوسیله تبدیل رادون به زاویه بین ± 90 درجه محدود گردیده اند. هر تصویر دارای دو قسمت گابوری، حقیقی و موهومی می‌باشد که در تشخیص چهره از قسمت حقیقی استفاده شده است.

با اعمال فیلتر گابور بر روی تصویر ابعاد تصویر خروجی این فیلتر هم اندازه تصویر ورودی خواهد بود. لذا جهت کاهش ابعاد آن از مکانیزم زیر استفاده می‌شود. سامانه تشخیص چهره دقیق و مقاوم را ارائه می‌کند.

نحوه عملکرد الگوریتم جستجوی گرانشی

در الگوریتم جستجوی گرانشی یا GSA، بهینه‌یابی به کمک طرح قوانین گرانشی و حرکت در یک سامانه مصنوعی با زمان گسسته انجام می‌شود. محیط سامانه، همان محدوده‌ی تعریف مسئله است. طبق قانون گرانش، هر جرم، محل و وضعیت سایر

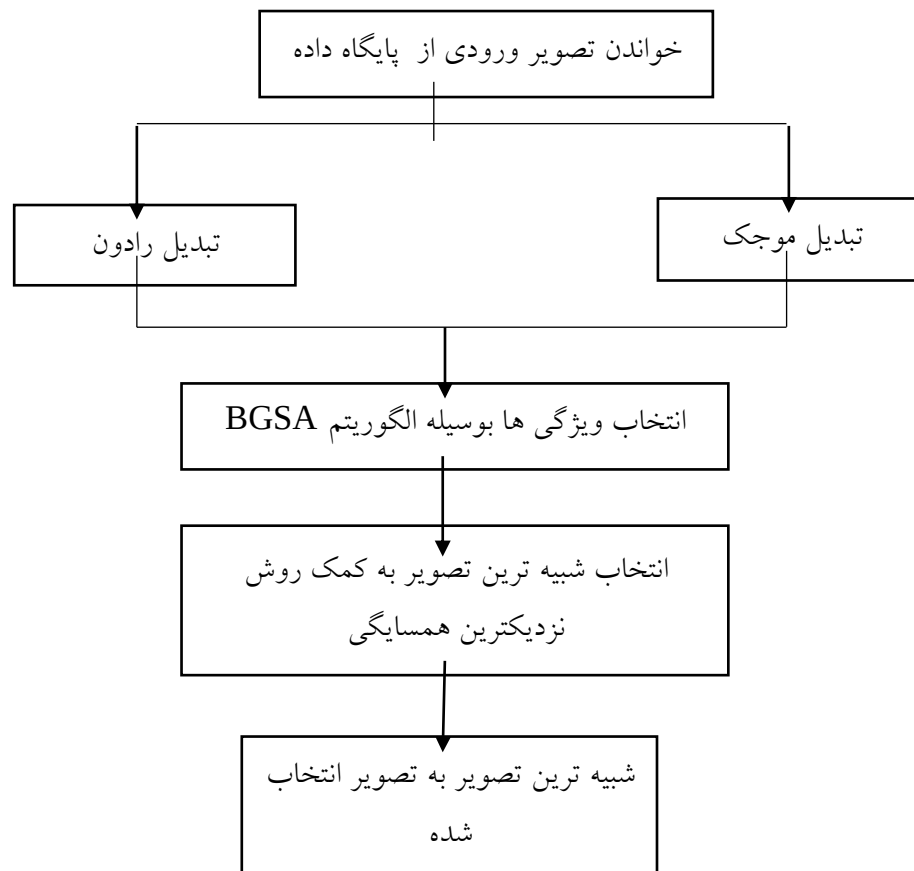
اجرام را از طریق قانون جاذبه گرانشی درک می‌کند؛ بنابراین می‌توان از این نیرو به عنوان ابزاری برای تبادل اطلاعات استفاده کرد. از بهینه یاب طراحی شده، برای حل هر مسئله‌ی بهینه‌سازی که در آن هر جواب مسئله به صورت یک موقعیت در فضا قابل تعریف و میزان شباهت آن با سایر جواب‌های مسئله به صورت یک فاصله قابل بیان باشد، می‌توان استفاده کرد. میزان اجرام با توجه به تابع هدف تعیین می‌شوند (راشدی ۱۳۸۶)

الگوریتم جستجوی گرانشی در دو قدم کلی توضیح داده می‌شود:

الف) تشکیل یک سامانه مصنوعی با زمان گسسته در محیط مسئله، موقعیت‌یابی اولیه برای اجرام، وضع قوانین حاکم و تنظیم پارامترها،

ب) گذر زمان، حرکت اجرام و بروزرسانی پارامترها تا پیش آمدن زمان توقف.

سامانه پیشنهادی جهت انجام فرآیند تشخیص چهره



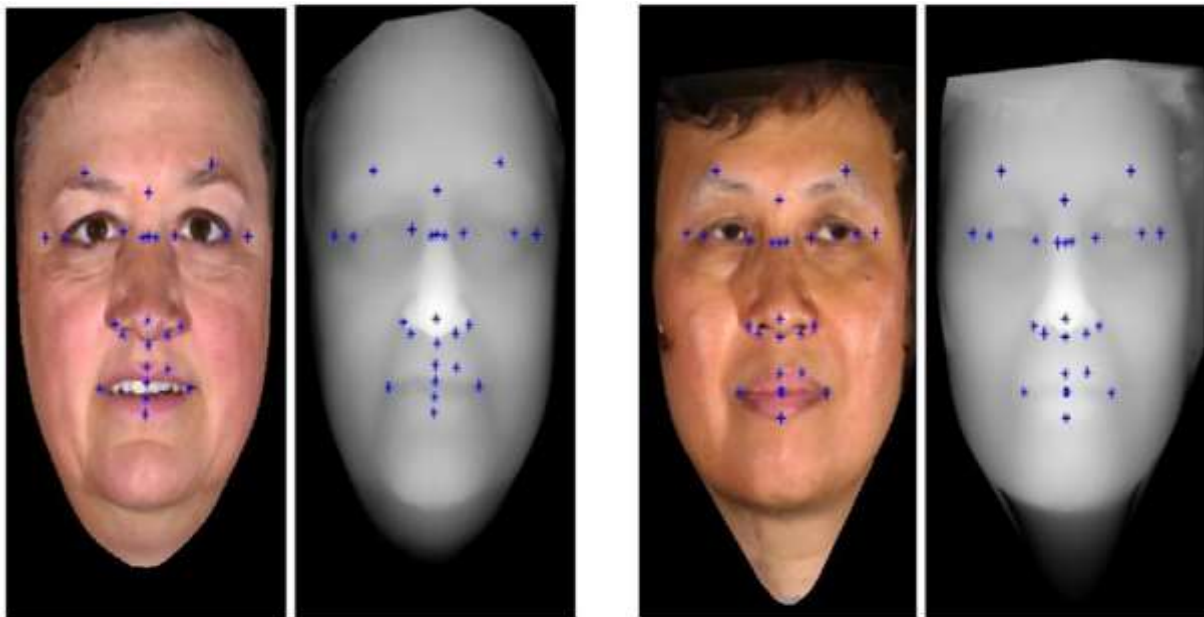
شکل (۵) سامانه پیشنهادی فرآیند تشخیص چهره.

سامانه پیشنهادی همانند تمامی سامانه‌های تشخیص چهره از دو مرحله آموزش و آزمون تشکیل شده است (شکل ۵). فرآیند یادگیری یک بار بر روی مجموعه داده آموزش انجام می‌شود تا بدین ترتیب یک دسته بند کارا آموزش داده شود. این فرآیند از سه مرحله اصلی پیش پردازش^{۱۸}، استخراج ویژگی^{۱۹} و انتخاب ویژگی‌ها^{۲۰} تشکیل شده است که در ادامه شرح داده می‌شوند. در

¹⁸ Pre processing

این مقاله جهت استخراج ویژگی‌ها از تبدیلات رادون و موجک استفاده شده است، در واقع ابتدا با استفاده از تبدیل رادون اطلاعات شدت و عمق تصاویر سه بعدی را به دست آورده، تبدیل رادون براساس پارامترهای خطوط مستقیم و ارزیابی کامل از یک تصویر در طول این خطوط است. بر اساس ویژگی‌های ذاتی از تبدیل رادون، آن یک ابزار مفید برای به دست آوردن ویژگی‌ها در تمامی زوایا است سپس جهت طبقه بندی اطلاعات از روش نزدیکترین همسایگی استفاده شده است. در تشخیص چهره تعداد زیادی از ویژگی‌ها نقش دارند و تبدیل رادون اجازه استخراج ویژگی‌های بیشتری از یک تصویر را می دهد.

در ادامه از تبدیل موجک گسسته دو بعدی که برای سیگنال های دو بعدی نظیر تصاویر بکار می رود استفاده شده است. نحوه پیاده سازی تبدیل موجک دو بعدی نیز مانند تبدیل موجک یک بعدی است. بدین صورت که به منظور اعمال تبدیل موجک دو بعدی به تصویر، ابتدا تبدیل موجک یک بعدی به سطرها و سپس ستونها اعمال می شود، تا فقط نمونه های واقع در محل های زوج باقی بمانند. بدین ترتیب، ۴ زیر باند مختلف به عنوان ضرایب تبدیل موجک تصویر به دست می آید. اولین زیرباند از ضرایب تبدیل موجک مربوط به ضرایب تقریب است که از لحاظ مقدار و شکل ظاهری، مشابه با تصویر اولیه است. علاوه بر زیر باند تقریب، ۳ زیر باند جزئیات نیز ایجاد می شود که یکی از آن ها مربوط به جزئیات افقی موجود در تصویر، دومی مربوط به جزئیات عمودی موجود در تصویر و آخرین زیر باند مربوط به سایر جزئیات موجود در تصویر است که گاهی به آن جزئیات قطری نیز گفته می شود.



شکل (۶) تصویر صورت به همراه تصویر دامنه ای متناظر با آن

جهت تشخیص چهره در این سامانه همانطور که در شکل بالا پیداست پس خواندن چهره از ورودی ابتدا محدوده چهره در عکس مورد نظر تشخیص داده می شود و اطلاعاتی که در تشخیص چهره نقشی ندارند مثل گردن، گوش و حتی یقه لباس حذف می شود. نقاطی مانند محل ابروها، فاصله بین دو چشم، نقطه بین دو ابرو، نوک بینی، دندانها، دهان و ...؛ که در تشخیص چهره فرد نقش بسزایی دارند تعیین می شوند اما این ویژگی ها کافی نمی باشند؛ بنابراین اینها دارای وظایف محلی سازی، نشان

¹⁹ Feature extraction

²⁰ Feature selaction

گذاری اجرای چهره می‌باشد؛ که این کار، یک کار اساسی و لازم در استخراج اجزای چهره می‌باشد. در تصویر شکل ۷ تصویر دامنه ای و تصویر سه بعدی متناظر با آن نمایش داده شده است.

با اجرای برنامه ابتدا تصاویر موجود در پایگاه داده در حافظه ی دستگاه ذخیره می‌شود و سپس مطابق با برنامه، از کاربر تقاضا می‌شود تا تصویر مورد نظر را جهت تشخیص چهره در پایگاه داده وارد برنامه نماید. در واقع یکسری تصاویر اولیه داریم که با استفاده از الگوریتم GSA که ابتدا آموزش داده می‌شود و پارامترهای موثر جهت شناسایی چهره مورد نظر از میان چهره‌های موجود در پایگاه داده را استخراج می‌کند. دقت شناسایی در این سیستم بگونه ای است که حتی در صورت ایجاد تغییر در تصاویر موجود در پایگاه داده باز هم سیستم قادر به شناسایی تصویر مورد نظر می‌باشد. حال به توضیح گام به گام سیستم مورد نظر می‌پردازیم .

Image No: 1



Image No: 2



Image No: 3



Image No: 4



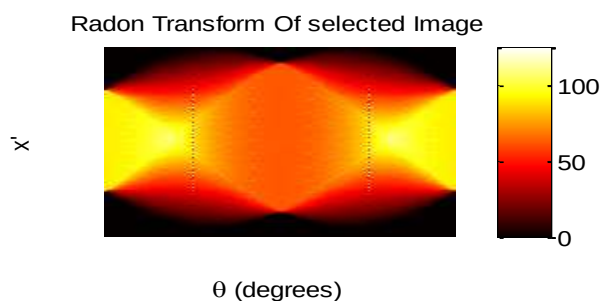
شکل (۷) تصاویر موجود در پایگاه داده جهت انتخاب یکی از آنها

پس از انتخاب یکی از تصاویر تبدیل رادون از آن تصویر گرفته می‌شود.



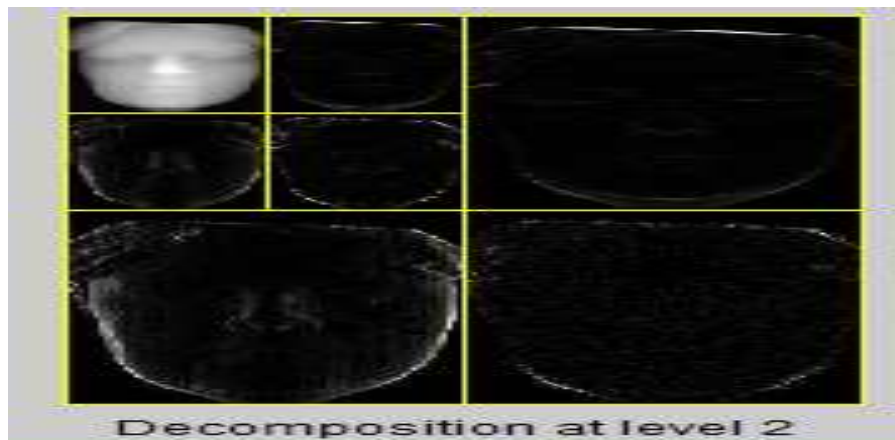
شکل (۸) تصویر انتخاب شده از پایگاه داده

در این مرحله فرایند آموزش آغاز شده و در ابتدا ثابت گرانشی محاسبه شده، در ادامه دقت هر عامل گرانشی و در پایان الگوریتم گرانشی محاسبه شده و بخش آموزش ما به پایان می رسد. سپس بعد از انتخاب تصویر مورد نظر ابتدا تبدیل رادون سه بعدی آن محاسبه شده و ضرایب تبدیل رادون به دست می آید. در این مرحله بهترین زوایایی که در تشخیص چهره می تواند نقش داشته باشند تعیین شده و همچنین بهترین متغیر سازگاری تصویر مورد نظر با تصویر موجود در پایگاه داده را نشان می دهد. در شکل زیر تصویر حاصل از اعمال تبدیل رادون بر روی تصویر به نمایش در آمده است.



شکل (۹) تصویر پس از اعمال تبدیل رادون

در شکل بالا پیدا تبدیل رادون شکل انتخاب شده (چهره انتخاب شده) نمایش داده شده است. تصویر پس از گذر از تبدیل رادون تحت تبدیل موجک قرار گرفته است. در ادامه از تصویر مورد نظر تبدیل موجک دو بعدی گرفته می‌شود که در شکل زیر نشان داده می‌شود.



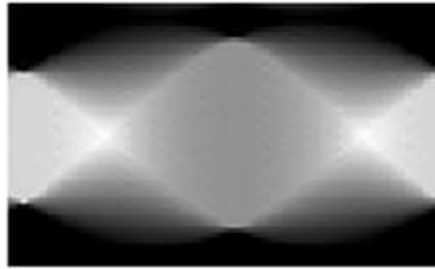
شکل (۱۰) اعمال تبدیل موجک به تصویر

نحوه پیاده سازی تبدیل موجک دو بعدی نیز مانند تبدیل موجک یک بعدی است. بدین صورت که به منظور اعمال تبدیل موجک دو بعدی به تصویر، ابتدا تبدیل موجک یک بعدی به سطرها و سپس ستونها اعمال می‌شود. وقتی تبدیل موجک بر روی تصاویر اعمال شد، چهار زیر باند تولید می‌شود. هر باند شامل اطلاعات مهم و حساسی است که در حالت کلی به دو قسم فرکانس پایین و فرکانس بالا تقسیم می‌شود. فرکانس بالا از سه قسمت عمودی، افقی و قطری تشکیل شده است.

LL	HL	HL
LH	HH	
LH		LL

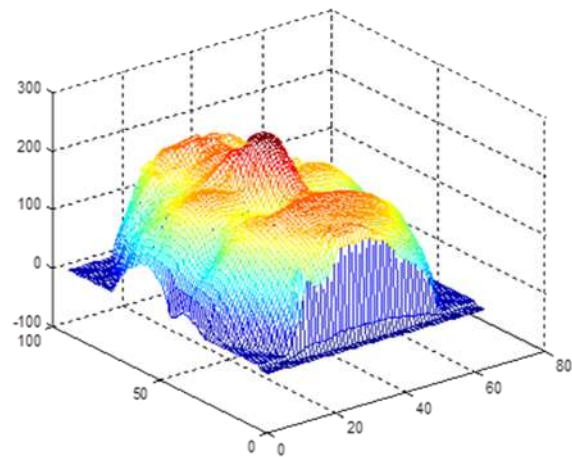
جدول (۱)

زیر باندهای مربوطه در تبدیل موجک دو مرحله ای HL نشان دهنده لبه های افقی، LH نشان دهنده لبه های عمودی و HH نشان دهنده لبه های مورب می‌باشد. در هر مرحله از اعمال تبدیل موجک بعد از عمل فیلترینگ سائز تصویر مورد نظر نصف می‌شود



شکل (۱۱) اعمال تبدیل رادون موجک بر روی تصویر

در شکل بالا تبدیل موجک رادون گرفته شده از تصویر انتخاب شده نشان داده شده است.



شکل (۱۲) تصویر دامنه ای و نمایش سه بعدی آن

در شکل بالا دامنه شکل و نمایش سه بعدی آن (مش تصویر) نشان داده شده است. به کمک مش تصویر می توان مختصات نقاط مختلف چهره را به دست آورد به عنوان مثال می توان مختصات نوک بینی و چشم ها که نقش اساسی در تشخیص چهره دارد را تعیین کرد. با استفاده از مش تصویر می توان بهترین زاویه هایی را که به کمک آن ها تصویر چهره را تشخیص داد تعیین می شود. در جدول زیر نرخ دقت تشخیص محل قرارگیری بینی، و هر دو چشم نشان داده شده است.

جدول (۲) تعداد تصاویری که موقعیت بینی یا چشم در آن‌ها درست پیدا شده است

زاویه تصاویر	تعیین محل بینی	تعیین محل چشم اول	تعیین محل چشم دوم
روبرو	%۱۰۰	%۱۰۰	%۱۰۰
روبرو	%۱۰۰	%۱۰۰	%۱۰۰
روبرو	%۱۰۰	%۱۰۰	%۱۰۰
روبرو	%۱۰۰	%۱۰۰	%۱۰۰
چرخش ۲۵ درجه حول محور Y	%۱۰۰	%۱۰۰	%۱۰۰
چرخش ۲۵ درجه حول محور Y	%۱۰۰	%۱۰۰	%۱۰۰
چرخش ۵ درجه حول محور Y	%۱۰۰	%۱۰۰	%۱۰۰
چرخش ۵ درجه حول محور Y	%۱۰۰	%۱۰۰	%۱۰۰
چرخش کم حول محور Z	%۱۰۰	%۱۰۰	%۱۰۰
چرخش زیاد حول محور Z	%۱۰۰	%۱۰۰	%۱۰۰
لبخند	%۱۰۰	%۱۰۰	%۱۰۰
دهان باز	%۱۰۰	%۱۰۰	%۱۰۰
چرخش حول محور X بالا	%۱۰۰	%۱۰۰	%۱۰۰
چرخش حول محور X پایین	%۱۰۰	%۱۰۰	%۱۰۰

در این مقاله تعداد این زاویه ها ۲۰ زاویه می‌باشد. در ادامه پس از اعمال تبدیل موجک، اطلاعات حاصل در حافظه‌ی دستگاه به عنوان پایگاه اطلاعاتی جدید ثبت می‌شود. مطابق با الگوریتم پیشنهادی تصاویری که برای تشخیص چهره از این پایگاه اطلاعاتی استفاده می نمایند، با استفاده از الگوریتم BGSA با تصاویر موجود در این پایگاه مقایسه می شوند. همانگونه که در جدول بالا پیداست نرخ شناسایی محل قرارگیری بینی و دو چشم ۱۰۰ درصد می‌باشد و در واقع نرخ دقت شناسایی ۱۰۰ درصد بوده است. در

در نهایت با استفاده از این الگوریتم می‌توان بهترین تصویر که دارای بیشترین شباهت به تصویر ورودی می‌باشد را از روی پایگاه اطلاعاتی یافته و تصویر ورودی شناسایی شود. در انتهای اجرای این برنامه، تصویر متناظر با تصویر وارد شده که همخوانی فراوانی با تصویر وارد شده دارد به عنوان تصویر شناسایی شده نمایش داده می‌شود.



import image



similar image



import image



similar image

شکل (۱۲) تصویر ورودی و تصویر مشابه آن در پایگاه اطلاعاتی

پیاده سازی و تنظیمات

الگوریتم مورد استفاده در این مقاله از ابزارهایی مانند تبدیل موجک، تبدیل رادون و الگوریتم GSA جهت بهترین عملکرد در تشخیص چهره ها بهره می برد. تصاویر مورد استفاده در این شبیه سازی بصورت تصاویر دامنه ای (Range Image) و دارای

اندازه ۶۳×۹۴ پیکسل می باشند. تصاویر دامنه ای تصویری هستند که در عین دو بعدی بودن، ترسیمی سه بعدی از تصویر ارائه می نمایند. بدین ترتیب که المان های موجود در این ماتریس با فاصله شی تا دوربین عکس برداری رابطه ی مستقیمی دارند و پیکسل های نزدیک تر به دوربین دارای سطح خاکستری نزدیک به ۲۵۵ و پیکسل های دور تر دارای سطح خاکستری نزدیک به صفر می باشند.

در این مقاله روی بیست تصویر فرایند شناسایی صورت پذیرفته است و از میان این تصاویر چهار تصویر به عنوان تصاویر هدف انتخاب شده که در اشکال نشان داده شده است. سپس با استفاده از الگوریتم جستجوی گرانشی ویژگی های استخراج شده بوسیله تبدیلات رادون و موجک را انتخاب و ویژگی های موثر جهت تشخیص چهره را انتخاب می کند. در ادامه جستجو جهت یافتن تصویر مشابه با تصاویر موجود در پایگاه داده انجام شده و شبیه ترین تصویر در میان تصاویر موجود در پایگاه داده با تصویر انتخابی را بوسیله روش نزدیکترین همسایگی تعیین می گردد.

دقت تشخیص روش پیشنهادی

پس از استخراج ویژگی ها بوسیله تبدیلات رادون و موجک بعثت ازدیاد تعداد ویژگی ها به کمک الگوریتم جستجوی گرانشی باینری ویژگی های مفید و موثر جهت تشخیص چهره انتخاب می شود. در این مرحله با استفاده از ویژگی های به دست آمده کار را روی چهار تصویر هدف انجام داده ایم؛ و به دقت تشخیص ۱۰۰٪ دست یافته ایم، همچنین جهت حصول اطمینان در خصوص مقاومت در برابر تغییرات ایجاد شده در تصویر در تصاویر هدف تغییراتی را ایجاد نموده که این تغییرات را در شکل ذیل مشاهده می کنید. با وجود این تغییرات باز هم دقت تشخیص ۱۰۰٪ می باشد.



import image



similar image

شکل (۱۳) تغییرات ایجاد شده در تصویر جهت حصول اطمینان از مقاومت الگوریتم در برابر تغییرات

مقایسه دو الگوریتم PSO و GSA

جدول (۳) مقایسه الگوریتم های PSO با GSA

PSO	GSA	
	*	سرعت بهینه شدن
	*	سرعت یافتن مینیمم های محلی
	*	حل مسائل بهینه سازی خطی
	*	دقت عملکرد در تشخیص چهره
	*	سرعت عملکرد در تشخیص چهره
	*	عدم نیاز به حافظه

با توجه به عدم نیاز الگوریتم جستجوی گرانشی به حافظه سرعت یافتن مینیمم های محلی و سرعت عملکرد بالاتری نسبت به الگوریتم PSO دارد.

منابع

۱. اکبریان، محمدصادق. ۱۳۹۲. "سیستم بازشناسی چهره از دیدگاه الگوشناسی آماری." اصفهان.
۲. پورابراهیمی، بهناز. ۲۰۰۳. "تشخیص لبه های تصاویر با استفاده از ضرایب گیبز توسط شبکه عصبی." دومین کنفرانس ماشین بینایی و پردازش تصویر/ایران.
۳. حسین زاده، مهدی. ۱۳۹۰. "ارائه روشی جدید بر مبنای الگوریتم PSO." شانزدهمین کنفرانس مهندسی برق/ایران.
۴. راشدی، عصمت ۱۳۸۶ انتخاب ویژگی با استفاده از الگوریتم جستجوی گرانشی "سومین کنفرانس فناوری اطلاعات و دانش. مشهد.
۵. شالباف، رضا. ۱۳۸۵. "استخراج کانتور لب با استفاده از تصاویر رنگی." چهارمین کنفرانس ماشین بینایی و پردازش تصویر ایران. مشهد.
۶. شمس، موسی. ۱۳۸۵. "استخراج خودکار نقاط کلیدی صورت از روی تصاویر رنگی متعامد." چهارمین کنفرانس ماشین بینایی و پردازش تصویر ایران. مشهد.
۷. شیرازی، بهزاد. ۱۳۹۲. "کاهش زمان پردازش به کمک تبدیل کسینوسی گسسته دو بعدی جهت مکان یابی چهره." دومین کنفرانس ملی ایده های نو در مهندسی برق. خوراسکان - اصفهان.
۸. صنعتی، سمیرا. ۱۳۹۲. "شناسایی چهره مبتنی بر ترکیب تبدیل موجک مختلط با درخت دوگانه و الگوی باینری محلی در شرایط محیط نویزی، مشهد.
۹. مقدسی. ۱۳۹۰. "شناسایی چهره با استفاده از تصاویر سه بعدی و اطلاعات عمق." هشتمین کنفرانس ماشین بینایی و پردازش تصویر ایران. تهران.

۱۰. نصیری، مریم. ۱۳۹۰. "تشخیص چهره با اعمال PCA در تصاویر سه بعدی". اولین همایش منطقه ای رویکرد های نوین در مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات. رودسر.

1. Chelnokova, Olga. 2011. "Three-Dimensional Information in Face Recognition: An Eye-Tracking Study."
2. Chung-Jui Tu. 2007. "Feature Selection Using PSO-SVM." *IAENG International Journal of Computer Science*
3. Elyan, Eyad. 2009. "Automatic 3D Face Recognition Using Fourier Descriptors." In *2009 International Conference on Cyber Worlds Automatic*
4. Dattatray V Jadhav. 2009. "Feature Extraction Using Radon and Wavelet Transforms with Application to Face Recognition." *International Conference on Computational Intelligence and Multimedia Applications*
5. Hiremath. 2011. "3D Face Recognition Using Radon Transform and Symbolic PCA." *International Journal of Electronics and Computer Science Engineering*
6. Hiremath 2013 "3D Face Recognition Using Radon Transform and Factorial Discriminant Analysis (FDA)." *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*.
7. Hasan, Hamid. 2012. "3-D Face Recognition Using Improved 3D Mixed Transform." *International Journal of Biometrics and Bioinformatics*
8. Li, Cheng. 2008. "3D Face Recognition by Constructing Deformation Invariant Image." *Pattern Recognition Letters*
9. Pinto. 2011. "3D FACIAL EXPRESSION ANALYSIS BY USING 2D AND 3D WAVELET TRANSFORMS." In *2011 18th IEEE International Conference on Image Processing*,
10. Ramadan, Rabab. 2009. "Face Recognition Using Particle Swarm Optimization-Based Selected Features." *International Journal of Signal Processing, Image Processing and Pattern Recognition* .
11. Wadkar, Pallavi. 2012. "FACE RECOGNITION USING DISCRETE WAVELET." *International Journal of Advanced Engineering Technology*
12. Wang. 2012. "Three-Dimensional Face Recognition Based on Dual- Tre Complex Wavelet Transform and Weighted Spherical Face Representation." In *ICSP2012*, 2193-98.